

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-322707

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/31
G11B 5/127
G11B 5/39
H01F 10/14
H01F 10/16

(21)Application number : 11-128152

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 10.05.1999

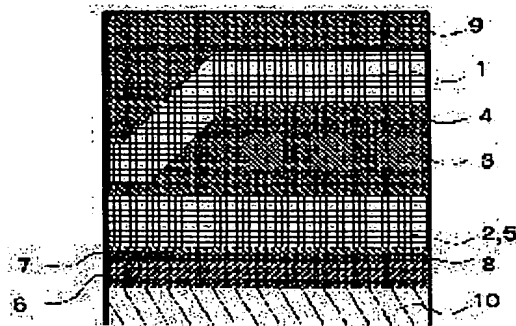
(72)Inventor : OHASHI HIROYUKI
SAITO MIKIKO
TOBA TAMAKI

(54) Co-Fe-Ni MAGNETIC FILM HAVING HIGHLY SATURATED MAGNETIC FLUX DENSITY, COMPLEX THIN FILM MAGNETIC HEAD USING THE SAME AS MAGNETIC POLE AND MAGNETIC STORAGE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a Co-Fe-Ni-based soft magnetic film having ≤ 5 Oe low coercive force and 20,000-23,000 G highly saturated magnetic flux density to obtain a magnetic storage device having a little thermal fluctuation inspite of high recording density.

SOLUTION: A Co-Fe-Ni-based magnetic film having a 50 to 80 wt.% cobalt content, a 20 to 40 wt.% iron content, a 3 to 10 wt.% nickel content and a ≤ 40 nm average crystal diameter is produced by an electroplating method. And a magnetic head is constituted of the magnetic film used in a magnetic pole layer 2 and further combined with a high coercive force medium having 3,500-7,000 Oe medium coercive force to constitute a magnetic storage device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.09.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-19160
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 01.10.2003
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-322707

(P2000-322707A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 1 1 B	5/31	G 1 1 B 5/31	C 5 D 0 3 3
	5/127	5/127	K 5 D 0 3 4
	5/39	5/39	F 5 D 0 9 3
H 0 1 F	10/14	H 0 1 F 10/14	5 E 0 4 9

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-128152
(22) 出願日 平成11年 5 月10日 (1999. 5. 10)

(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
(72) 発明者 大橋 啓之
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
(72) 発明者 斎藤 美紀子
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内
(74) 代理人 100082935
弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

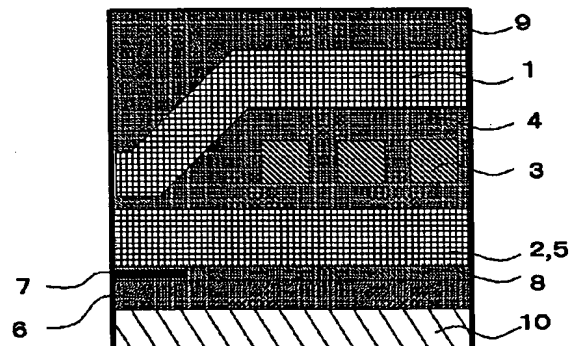
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高飽和磁束密度を有するCo-Fe-Ni磁性膜、およびこれを磁極に用いた複合型薄膜磁気ヘッド、並びに磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 50e以下の低保磁力、20000～23000Gの高飽和磁束密度を有するCoFeNi軟磁性膜を実現すること、及び高記録密度でも熱揺らぎの少ない磁気記憶装置を実現すること。

【解決手段】 コバルト含有量が50重量%以上80重量%以下、鉄含有量が20重量%以上40重量%以下、およびニッケル含有量が3重量%以上10重量%未満であり、平均結晶粒径が40nm以下であるCoFeNi磁性膜を電界めっきによって作製する。そして、この磁性膜を磁極層に用いた磁気ヘッドを構成し、かつ、媒体保磁力が3500～70000eの高保磁力媒体と組み合わせた磁気記憶装置を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】コバルト含有量が50重量%以上80重量%以下、鉄含有量が20重量%以上40重量%以下、およびニッケル含有量が3重量%以上10重量%未満であり、平均結晶粒径が40nm以下であることを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性膜。

【請求項2】請求項1記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜において、不純物としてのイオウ含有量が0.1重量%以下であることを特徴とするコバルト・鉄・ニッケル磁性膜。

【請求項3】飽和磁束密度が20000以上23000G以下であり、かつ保磁力が50e以下であることを特徴とする請求項1又は2記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜。

【請求項4】磁気記録媒体からの信号磁束を電気抵抗の変化として検出する磁気抵抗効果素子を有する再生ヘッドと、磁極から発生する磁界により磁気記録媒体に記録するインダクティブヘッドとからなる複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁極層の全部又は一部が請求項1乃至3のいずれか1項に記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜であることを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】絶縁層によって磁気抵抗効果素子をサンドイッチ状に積層形成し、これを上下2層のシールド層で挟持してなる磁気抵抗効果ヘッドと、絶縁層によってコイルをサンドイッチ状に積層形成し、これを上下2層の磁極層で挟持してなるインダクティブヘッドとを隣接して配置した複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁極層の全部または一部が請求項1乃至3のいずれか1項に記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜であることを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】絶縁層によって磁気抵抗効果素子をサンドイッチ状に積層形成し、これを上下2層のシールド層で挟持してなる磁気抵抗効果ヘッドと、絶縁層によってコイルをサンドイッチ状に積層形成し、これを上下2層の磁極層で挟持してなるインダクティブヘッドとを隣接して配置した複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁極層の一部が請求項1乃至3のいずれか1項に記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜であり、残りの部分がニッケル・鉄磁性膜であることを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】前記ニッケル・鉄磁性膜が、ニッケル含有量40～55重量%、残余が鉄のニッケル・鉄磁性膜であることを特徴とする請求項6記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】前記磁極層の全部または一部を形成するコバルト・鉄・ニッケル磁性膜の膜厚が0.3から2.0μmであることを特徴とする請求項4乃至7のいずれか1項に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】前記2層のシールド層のうち的一方と、前記2層の磁極層のうち的一方とが同一の層からなること

を特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】絶縁層によって磁気抵抗効果素子をサンドイッチ状に積層形成し、これを上部シールド層及び下部シールド層で挟持してなる磁気抵抗効果ヘッドと、絶縁層によってコイルをサンドイッチ状に積層形成し、これを上部磁極層及び下部磁極層で挟持してなるインダクティブヘッドとを隣接して配置した複合型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記下部磁極層と前記上部シールド層とを同一の層で構成し、前記上部磁極層及び下部磁極層のうち、前記上部磁極層と下部磁極層とが対向する側の磁極層の一部を膜厚0.3～2.0μmの請求項1乃至3のいずれか1項に記載のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜とし、該磁極層の残りの部分のうち、少なくとも上部磁極層の残りの部分をニッケル含有量40～55重量%、残余が鉄のニッケル・鉄磁性膜としたことを特徴とする複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項11】少なくとも請求項4乃至10のいずれか1項に記載の複合型薄膜磁気ヘッドと、保磁力が3500エルステッド(Oe)以上である磁気記録媒体とを備えた磁気記憶装置。

【請求項12】少なくとも請求項4乃至10のいずれか1項に記載の複合型薄膜磁気ヘッドと、保磁力が3500乃至7000エルステッド(Oe)である磁気記録媒体とを備えた磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッド用の磁極材料、及びこれを用いた複合型薄膜磁気ヘッド、並びにこの複合型薄膜磁気ヘッドを備えた磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記憶装置に搭載される磁気ヘッドにおいては、高密度の記録を実現するため、ますます強い記録磁界を発生する磁気ヘッドの必要性が生じている。

【0003】磁気ディスク装置など近年の磁気記憶装置の記録再生デバイスとしては、再生用の磁気抵抗効果ヘッドと記録用のインダクティブヘッドとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドが主力になっている。その主な理由は、再生ヘッドと記録ヘッドとをおのおの最適化することで記憶装置をより高性能化できるからである。

【0004】記録磁界を強くするためには、上記インダクティブヘッドの磁極層に、飽和磁束密度の高い材料を用いる必要がある。さらに、磁極材料は、コイルが発生する磁界により容易に磁化されなければならず、保磁力が小さく透磁率の高い磁性材料すなわち良好な軟磁性材料である必要がある。

【0005】上記インダクティブヘッドの磁極層の材料として、従来から良く用いられてきたのは電気めっき法で作製されたニッケル・鉄合金(パーマロイ)である。

10

20

30

40

50

【0006】前記複合型薄膜磁気ヘッドでは、特に、磁歪定数が零に近いニッケル含有量81～82重量%付近の組成領域のものが良く用いられている。この組成領域のパーマロイを以後82パーマロイと呼ぶ。82パーマロイの飽和磁束密度は9000～10000G（ガウス）程度であるが、これより飽和磁束密度の高い良好な軟磁性材料を用いれば、書き込み磁界がより強く急峻な磁気ヘッドを製造することができる。

【0007】このため、これまでに82パーマロイ以上の飽和磁束密度を持った磁気ヘッド用軟磁性材料として、種々の材料が提案されている。特に、3元系合金のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜は保磁力および磁歪定数が小さく、さらに14,000G以上という高い飽和磁束密度が得られることから、その組成および添加剤について種々の検討がなされている。

【0008】例えば、特開平5-263170号公報では、コバルトが60～90重量%、鉄が3～9重量%、ニッケルが5～15重量%であるコバルト・鉄・ニッケル膜を用いた薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0009】また、特開平8-241503号公報では、コバルトが60～80重量%、鉄が8～25重量%、ニッケルが15～25重量%であるコバルト・鉄・ニッケル膜を用いた薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0010】また、特開平8-321010号公報では、コバルトが60～75重量%、鉄が3～9重量%、ニッケルが17～25重量%であるコバルト・鉄・ニッケル膜を用いた薄膜磁気ヘッドが提案されている。

【0011】しかし、これら従来方法に従って作製されたコバルト・鉄・ニッケル膜の飽和磁束密度は、いずれも14,000～18,000G程度であり、これ以上の飽和磁束密度は実現できていない。また、いずれもコバルトを多量に含むことから、磁気ヘッドなどのデバイスに用いた場合に信頼性を保証するのに必要な耐食性がパーマロイより大きく劣るという欠点がある。

【0012】更に、特開平11-74122号公報では、コバルトが40～70重量%、鉄が20～40重量%、およびニッケルが10～20重量%であるコバルト・鉄・ニッケル膜およびその製造方法が提案されている。この公報においては、19,000～22,000Gという高い飽和磁束密度を持ち、かつ2.50e以下の低保磁力のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜を製造できることが開示されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気記録の高密度化は、さらに高い記録能力を持つ磁気ヘッドを要求している。これは、近年の高密度化進展に伴い、記録の単位である最小磁化反転領域が室温においても熱エネルギーの影響を受けるほど小さくなり、10ギガビット/平方インチを超える記録密度では、記録磁化が熱揺らぎで不安定になる現象が現れるためである。

【0014】熱揺らぎを小さくする最も有効な手段として、磁気記録媒体の磁性層の磁気異方性エネルギーを高めて磁化が熱揺らぎに抗する力を増やす方法がある。しかし、磁気異方性エネルギーを高めることは、磁化を反転するのに必要な磁界すなわち媒体の保磁力を大きくすることと同じ意味を持つ。そして保磁力の大きな媒体にデータを書き込むためには、ヘッドの記録磁界を強くする必要がある。このため、今後の更なる高密度化のためには更に高い記録磁界を発生する高飽和磁束密度を有する材料が必要となる。

【0015】本発明は、このような問題点を克服するためのものであり、保磁力および磁歪定数が小さく、かつ20,000～23,000Gという高い飽和磁束密度をもつ軟磁性膜を実現することを目的とする。特に、前述の従来技術で引用した特開平11-74122号公報記載のCo-Fe-Ni磁性膜と比較すると、Ni含有量を更に少なくすることで、更に大きな飽和磁束密度を有する材料の実現を目的としている。しかもその際、保磁力及び磁歪定数等の特性も磁極材料へ適用するに必要な特性とする必要がある。そしてこの磁性膜を備えた磁気ヘッド、およびこの磁気ヘッドと高保磁力の媒体とを組み合わせることにより高記録密度でも熱揺らぎの少ない磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜では、コバルト含有量が50重量%以上80重量%以下、鉄含有量が20重量%以上40重量%以下、およびニッケル含有量が3重量%以上10重量%未満であり、平均結晶粒径が4.0nm以下であることを特徴とする。

【0017】上記組成の磁性膜はコバルトを多量に含有するが、膜中の不純物として含まれるイオウ含有量を0.1重量%以下とすることで高耐食性の膜を実現できる。

【0018】また、本発明の複合型薄膜磁気ヘッドにおいては、複合型薄膜磁気ヘッドを構成するインダクティブヘッドの磁極層の全部または一部が前述のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜からなることを特徴とする。この際、コバルト・鉄・ニッケル磁性膜の膜厚は0.3～2.0μmとすることが好ましい。

【0019】さらに本発明の磁気記憶装置では、前述の本発明の複合型薄膜磁気ヘッドと磁気記録媒体とを組み合わせた構成からなる。この際、前記磁気記録媒体の保磁力は3500Oe以上のものを採用することが好ましい。そしてさらに、5000Oe以上、さらには7000Oe以上の保磁力を有する媒体を用いることで、高記録密度した際にも熱揺らぎの影響の少ない磁気記憶装置を実現できる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につい

て図面を参照して詳細に説明する。

【0021】図1は本発明の第1の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。この第1の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドは、下部磁極層2に記録ギャップとなる絶縁層4とが積層され、その上にバターンニングした絶縁層4と銅製のコイル3を配置し、それらの上に上部磁極層1が積層されてなる記録機能を有するインダクティブヘッドと、下シールド層6上に絶縁層8によってサンドイッチ状に挟持された磁気抵抗効果素子7を配置し、それらの上に上シールド層5が積層されてなる再生機能を有する磁気抵抗効果ヘッドとからなる。本第1の実施の形態では、下部磁極層2と上シールド層5が同一のものからなる共通シールド型複合型薄膜磁気ヘッドである。そして、上記インダクティブヘッドを構成する上部磁極層1および下部磁極層2をコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜で形成する。このコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜は後述する電気めっきによって形成し、飽和磁束密度が20000~23000 G、保磁力が50e以下の軟磁気特性を有する磁性膜である。

【0022】このインダクティブヘッドにおいては、上部磁極層1および下部磁極層2が絶縁層4（記録ギャップ）を挟み、リング状の磁気コアを形成しており、このリング状の磁気コアはコイル3を流れる記録電流により励磁され、その結果、記録ギャップからにじみ出る記録磁界により磁気記録媒体への書き込みを行う。

【0023】上部磁極層1および下部磁極層2の膜厚は、うず電流による高周波での透磁率低下を避けるため5μm以下とすることが好ましい。さらに、100MHz以上の周波数での記録を行う場合には3μm以下とすることが好ましい。

【0024】このように構成された複合型薄膜磁気ヘッドは、上部磁極層1及び下部磁極層2に設けたコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の効果によって、従来のヘッドに比べて高い書き込み能力を持つ。これはコバルト・鉄・ニッケル磁性膜によって、磁極層が磁氣的に過度に飽和することなく強い磁界強度および高い磁界勾配を発生することができ、保磁力の大きな磁気記録媒体に対しても低ノイズで分解能の高い磁気記録パターンを書き込むことが出来るためである。

【0025】図4は本発明の複合型薄膜磁気ヘッドと高保磁力媒体とを組み合わせた磁気記憶装置の概略を示す構成図である。本発明の複合型薄膜磁気ヘッドは磁気ヘッドスライダ33に搭載され、サスペンション34及びアーム35を介してボイスコイルモータ36に取り付けられており、このボイスコイルモータ36によって、磁気ヘッドの位置を制御（トラッキング）する。また、磁気記録媒体32は磁気ヘッドスライダ33に対向して設けられ、駆動用モータ31によって回転する。複合型薄膜磁気ヘッドの記録動作、再生動作は記録再生チャネル

37からの信号によって行われ、この記録再生チャネル37は制御ユニット38により制御される。同様に、ボイスコイルモータ36、及び駆動用モータ31も制御ユニット38により制御される。このように構成した磁気記憶装置において、磁気記録媒体32の保磁力が70000eの媒体を用いて記録再生動作を行った結果、40ギガビット/平方インチ以上という高記録密度で、かつ熱揺らぎの影響も受けにくい安定な磁気記録が可能であった。

10 【0026】図2は本発明の第2の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。この第2の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドにおいては、前述の第1の実施の形態の複合型薄膜磁気ヘッドの上部磁極層1及び下部磁極層2の一部、特に、記録ギャップである絶縁層4側の磁極層部分を本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜11、12で形成する。

20 【0027】このコバルト・鉄・ニッケル磁性膜11、12の膜厚は0.1μmと薄くしても書き込み能力の向上は図れるが、その効果を十分発揮するために0.3μm以上の膜厚とすることが好ましい。さらに、その効果をより顕著とするためには0.5μm以上の膜厚とすることが好ましい。一方、膜厚を2μmより厚くすると、コバルト・鉄・ニッケル磁性膜の比透磁率が300~800(DC)と低いと記録能力が低下する。このため、膜厚は2μm以下とすることが好ましい。

30 【0028】また、磁極層の残りの部分（以下、残余部と記す）13、14に設ける材料としては、パーマロイ、センダスト（鉄・アルミニウム・珪素）、アモルファスCo合金等の軟磁性膜を用いることができ、その膜厚は2~5μm程度とすることが好ましい。

40 【0029】この際、特に記録再生機能をより向上させるためには、磁極層（下部磁極層2）とシールド層（上シールド層5）とを同一膜で兼用している部分2、5（以下、共通シールドと記す）は磁歪定数を極力ゼロに近い軟磁性材料を用いることが好ましい。これは、共通シールドに磁歪定数の大きな材料を用いると記録動作の影響が再生へも影響し、再生波形が変化する現象が現れ易くなるためである。このため、共通シールドのうちコバルト・鉄・ニッケル磁性膜12以外の残りの部分、残余部14には磁歪定数の小さな材料を用いることが好ましく、例えば磁歪定数が 10^{-7} 程度の82パーマロイなどの材料を用いることが好ましい。

50 【0030】このようにして構成した本発明の複合型薄膜磁気ヘッドを図4に示した磁気記憶装置に組み込み、磁気記録媒体32として保磁力の異なる媒体を用いてオーバーライト(O/W)特性を測定した。その結果を図5に示す。測定は、磁気スペーシングを48nm（浮上量25nm）及び58nm（浮上量35nm）とし、周波数50~60MHzで行った。比較のため、上部磁極層1及び下部磁極層2を全て82パーマロイとし、他は

本発明の複合型薄膜磁気ヘッドと同様とした従来型の装置（図中にはパーマロイ磁極ヘッドと表記）も作製し、そのO/W特性値も示した。

【0031】図5に示したように、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜を用いた複合型薄膜磁気ヘッド（図中にはCoNiFe磁極ヘッドと表記）においては、3000～7000Oeという大きな保磁力を持つ磁気記録媒体にも低ノイズで分解能の高い磁気記録パターン（S/N>30dB）を書き込むことが出来、20ギガビット/平方インチ以上の高記録密度（7000Oe媒体では40ギガビット/平方インチ）でも熱揺らぎの影響を受けにくい安定な磁気記録が可能であった。一方、従来の複合型薄膜磁気ヘッドでは3000Oeの保磁力を有する媒体でもS/N<30dBと、良好な記録再生が不可能であり、さらに3500Oe以上の保磁力を有する媒体への書き込みは不可能であった。

【0032】なお、上記測定は磁気スペーシングを48nm及び58nmとして測定したが、さらに磁気スペーシングを小さくすることによって媒体に対する記録ヘッドの記録磁界は強くすることができる。このため、本発明の複合型薄膜磁気ヘッドでは磁気スペーシングを更に小さくすることで、7000Oe以上の高保磁力を有する媒体への記録も可能になるものと考えられる。一方、従来の複合型薄膜磁気ヘッドでは、更に浮上量を17nmと小さくしても、3500Oe以上の保磁力を有する媒体への記録は不可能であった。

【0033】図3は本発明の第3の実施の形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。第2の実施の形態と同様に、上部磁極層1及び下部磁極層2の一部、特に、記録ギャップである絶縁層4側の磁極層部分11、12を本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜で形成する。そして特に、下部磁極層2と上シールド層5とが同一部分からならず、それぞれ独立の層から構成する。この構成では共通シールド型でないため、下部磁極層2の材料特性が再生機能へ影響を及ぼすことを抑制でき、共通シールド型で見られた記録動作がその後の再生波形に影響を及ぼす現象を抑制できる。このため、磁*

本発明のめっき液組成

成分	含有量
硫酸コバルト（7水和物）	8.4～56.2 g/l
硫酸ニッケル（6水和物）	26.3～79.2 g/l
硫酸鉄（II）（7水和物）	4.5 g/l
ホウ酸	15.0 g/l
ドデシル硫酸ナトリウム	0.01 g/l

【0038】

【表2】

* 極層には比較的磁歪定数の大きな材料を用いることもできる。例えばパーマロイ、センダスト（鉄・アルミニウム・珪素）、アモルファスCo合金等の軟磁性膜を用いることができるが、特にニッケル含有量40～55重量%程度のニッケル・鉄膜（以下45パーマロイと記す）、或いは45パーマロイに若干のコバルト等の他の元素を添加し特性改善を行った軟磁性膜などを用いることが出来る。45パーマロイの磁歪定数は 10^{-3} 台と大きい。飽和磁束密度が15000G程度とかなり大きい軟磁性材料である。そこで上部磁極層1及び下部磁極層2のうち、コバルト・鉄・ニッケル磁性膜を設ける部分11、12以外の残りの部分、残余部23、24に、45パーマロイ等の高飽和磁束密度を有する材料を用いる。これによって、一層強い記録磁界を発生する複合型薄膜磁気ヘッドを実現出来る。

【0034】このようにして構成した本発明の複合型薄膜磁気ヘッドを図4に示した磁気記憶装置に組み込み、磁気記録媒体32の保磁力が2000乃至7000Oeの媒体を用いて記録再生動作を行った。本発明の磁気記憶装置においては、特に磁気記録媒体に5000Oe以上の保磁力を有する媒体を用いることで30ギガビット/平方インチ以上、さらに、7000Oe以上の保磁力を有する媒体で40ギガビット/平方インチ以上の高記録密度が可能で、かつ熱揺らぎの影響を受けにくい安定な磁気記録が可能であった。

【0035】なお、第2の実施の形態である共通シールド型の複合型薄膜磁気ヘッドにおいても、45パーマロイ等の高飽和磁束密度材料を上部磁極層1の残余部13にのみ用いることで、82パーマロイ等を用いた場合より強い記録磁界を発生する複合型薄膜磁気ヘッドを実現できる。

【0036】次に、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性薄膜の製造方法（電気めっき）を具体的に説明する。表1は本発明の電気めっき浴の組成、表2は電気めっきの条件である。

【0037】

【表1】

本発明の電気めっき条件

項目	条件
めっき温度	20～60℃
電流密度	5.0～20.0mA/cm ²
pH	2.5～3.5
かく伸	バドルかく伸法

【0039】表1及び表2に示しためっき浴組成、めっき条件で作製したコバルト50重量%以上80重量%以下、鉄20重量%以上40重量%以下、ニッケル3重量%以上10重量%未満組成のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜では、保磁力が50e以下、かつ20000～23000Gの高飽和磁束密度を有する優れた軟磁性膜が得られた。一般に、コバルト・鉄・ニッケル三元系合金においては、ニッケルの磁気モーメントへの寄与が鉄やコ

*バルトに比べて小さいため、ニッケルの含有量を3重量%より少なくすると、保磁力が50eを超えてヒステリシスも大きくなり、その結果膜の透磁率も低下する。したがって、低保磁力、高飽和磁束密度等の優れた軟磁性特性を得るためには、ニッケルの組成範囲を3重量%以上とする必要がある。そして上記組成範囲領域のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜において50e以下の低保磁力を有する軟磁性膜は、いずれも平均結晶粒径が40nm以下であった。

10 【0040】上記した条件、組成範囲で作製した本発明のCoFeNi磁性膜の磁気特性の代表例を表3に示す。

【0041】

【表3】

本発明のCoNiFe磁性膜の組成と磁気特性

試料番号	#1	#2	#3	#4	#5
Co(重量%)	70	51	64	77	57
Ni(重量%)	9	9	6	3	3
Fe(重量%)	21	40	30	20	40
飽和磁束密度(kG)	20	20	21	21	23
保磁力(0e)	1～3	3～7	3～5	4～7	4～10
磁歪定数($\times 10^{-6}$)	1～3	8～16	4～9	1～4	9～25

【0042】また、本発明の組成範囲において優れた軟磁性膜を実現するためには、従来の電気めっき膜の膜中内部応力を低減するために用いる応力緩和剤であるサッカリンナトリウムを添加しないことが重要であった。サッカリンナトリウムを添加した場合、bcc相が現れ易くなり結晶粒径が40nm以上となるため、保磁力が200e以上と大きくなった。さらに、組成領域全域にわたって磁歪定数が大きくなり、また耐食性も低下する等の問題も生じた。このため、本発明の製造方法においては、サッカリンナトリウム等のイオンを含有する添加物を使用しないことが重要である。そしてこのようにして作製したコバルト・鉄・ニッケル磁性膜の組成を調べたところ、イオン含有量が0.1重量%以下であれば耐食性および軟磁性特性が良好な軟磁性膜が得られることが分かった。

【0043】また、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜の組成範囲においては、Fe含有量およびCo含有量が保磁力に大きな影響を及ぼす。

【0044】まず、Fe含有量が40重量%より多くなるか、或いはCo含有量が50重量%より少なくなると、50e以下の保磁力を得ることは極めて困難になった。この保磁力の組成依存性は次の2つの理由により生じていると考えられる。第1は、めっき浴へのサッカリンナトリウムの添加がない場合であっても、本発明の組

成範囲よりもFe含有量が増えるとbcc層が現れ易くなり、結晶粒径が大きくなるからである。第2は、Fe含有量が40重量%を超えると、めっき浴へのサッカリンナトリウムの添加がない場合であっても、磁歪定数を

10⁻⁶以下にするのが極めて困難になるからである。【0045】次に、Fe含有量を20重量%より少なくするか、Co含有量を80重量%より多くした場合にも、50e以下の保磁力を得ることは困難であった。これは、本発明の組成範囲よりもCo含有量が増えると結晶粒径が40nm以上となるためである。

【0046】また、表3にまとめた結果から分かるように、ニッケル含有量が少ない程飽和磁束密度は増加するが、Ni含有量3重量%未満では、50e以下の保磁力を得ることは困難になった。また、膜が白濁し光沢を失うことが多かった。これは、膜の表面が粗くなったためだと考えられる。また、ニッケルはコバルト・鉄合金の結晶磁気異方性エネルギーを減らすことにより保磁力を下げる効果も持っていると考えられる。

【0047】また、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜の組成範囲において、軟磁性特性はめっき電流、めっき浴のpH(水素イオン濃度)、およびめっきかくはん速度等のめっき条件の影響を受けることも判明した。

【0048】ニッケル含有量が少ない膜組成において50e以下の低保磁力を得るには、めっき電流密度は5m

11

A/cm²以上、より好ましくは15mA/cm²以上にする必要がある。また、pHは3.5以下である必要があり、pHがこれより高いと本発明の組成範囲であっても保磁力が50e以上になる場合があった。

【0049】なお、本発明のコバルト・鉄・ニッケル磁性膜においては、磁気特性がほとんど変わらない程度に1種以上の元素を微量に加えても本発明と同等の効果が得られることは自明である。ただし、周期表の1~3族及び17, 18族の元素と、シリコン、水銀、ハフニウム、タンタルは共析させることはできなかった。

【0050】また、本発明の複合型薄膜磁気ヘッドにおいては、再生機能を有する磁気抵抗効果を利用したMR（磁気抵抗効果）素子、巨大磁気抵抗効果を利用したスピンバルブ素子、あるいはスピントンネル接合を利用したトンネル磁気抵抗効果素子などを用いることができる。

【0051】

【発明の効果】本発明では、コバルト含有量が50重量%以上80重量%以下、鉄含有量が20重量%以上40重量%以下、ニッケル含有量が3重量%以上10重量%未満の組成領域で、平均結晶粒径が40nm以下の軟磁性膜を作製できる。この磁性膜は保磁力50e以下、飽和磁束密度が20000~23000Gで、耐食性にも優れた軟磁気特性を有する磁性膜である。したがって、この磁性膜をインダクティブヘッドの磁極層に使った複合型薄膜磁気ヘッドでは、従来のヘッドに比べ発生磁界および磁界勾配を大きくできる。このため、この複合型薄膜磁気ヘッドと高保磁力媒体とを組み合わせた磁気記憶装置では、特に媒体保磁力が35000e以上、更には70000e以上の高保磁力媒体を用いることで、高記録密度でも熱揺らぎが少なく安定な磁気記録を行うことが可能な磁気記憶装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

*

12

*【図1】本発明の第1の実施形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施形態による複合型薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図4】本発明の磁気記憶装置の概略を示す構成図である。

【図5】本発明の複合型薄膜磁気ヘッドと従来の複合型薄膜磁気ヘッドとのオーバーライト特性の比較を示す図である。

【符号の説明】

1…上部磁極層

2…下部磁極層

3…コイル

4…絶縁層（記録ギャップ）

5…上シールド層

6…下シールド層

7…磁気抵抗効果素子

8…絶縁層

9…絶縁層

10…基板

11, 12…コバルト・鉄・ニッケル磁性膜

13, 14, 23, 24…残余部

31…駆動用モータ

32…磁気記録媒体

33…磁気ヘッドスライダ

34…サスペンション

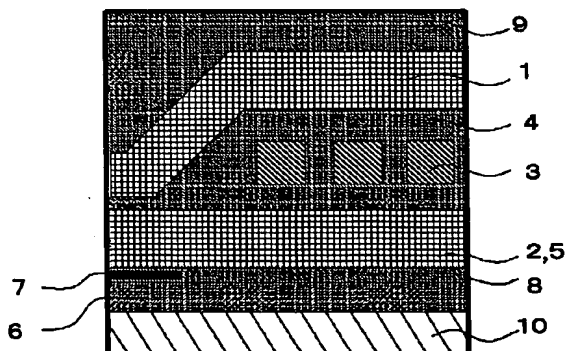
35…アーム

36…ボイスコイルモータ

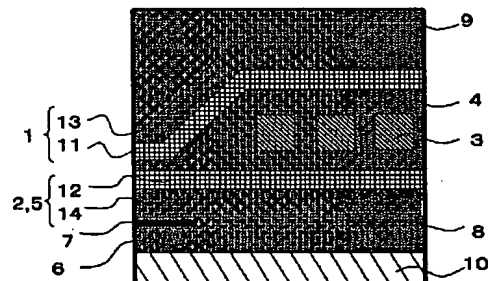
37…記録再生チャンネル

38…制御ユニット

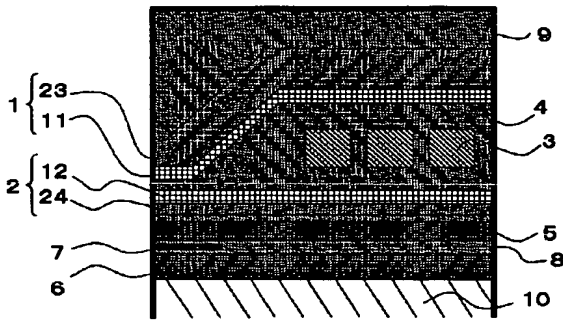
【図1】



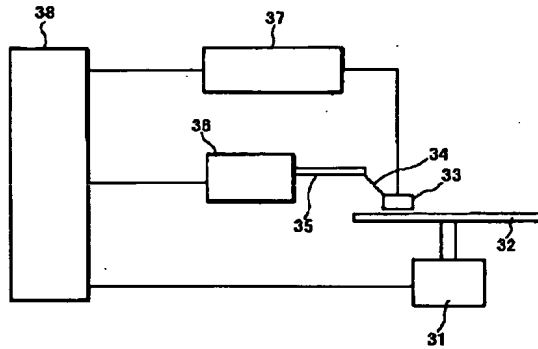
【図2】



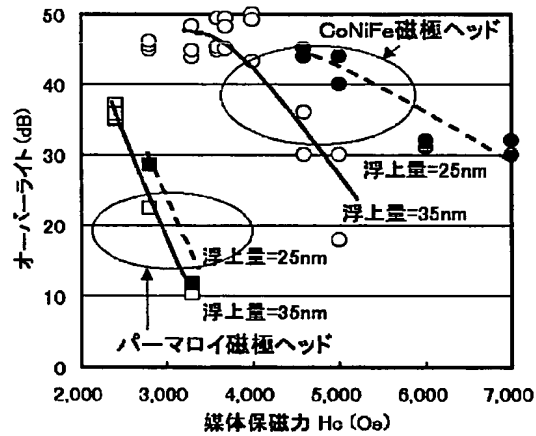
【図 3】



【図4】



【图5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H 0 1 F 10/16

識別記号

F I

H O 1 F 10/16

テーマコード (参考)

(72)発明者 鳥羽 環
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

F ターム(参考)

5D033	BA02	BA07	BA41	BB21	BB43
	CA01	DA04			
5D034	BA03	BA15	BA18	BB02	BB08
	CA06				
5D093	HA01	HB23	JA07		
5E049	AA04	AA09	AC00	BA12	